

家庭における揚げものの料理のモデル油の劣化について

宮川久邇子, 武副礼子, 平井和子, 泉野信子, 橋本久美重, 樋口 寿*

Comparison of the deterioration of deep-frying oil in model usage patterns in household Kitchens

KUNIKO MIYAGAWA, REIKO TAKEZOE, KAZUKO HIRAI,
NOBUKO IZUNO, KUNIE HASHIMOTO and HISA HIGUCHI

序 論

家庭における揚げ油の劣化過程を明らかにし、使用限界(あるいは調理限界)のめやすを科学的に定めたいと考え、家庭の揚げものの料理に関する実態調査を行ない、モデル実験を行なうための数値などをすでに報告¹⁾した。揚げものの使用限界については、太田ら²⁾の見解や浦上³⁾の総説があり、食品を揚げた実験報告も数多い⁴⁾⁵⁾⁶⁾。また、家庭での種々の揚げ方を考慮して任意な組合せでの報告もある⁷⁾が、使用限界を決定するには至ってない。著者は、家庭でされる揚げものの料理は揚げ材料や揚げ方など各戸まちまちであるが、いくつかのパターンに整理が出来る、それらのパターンについて実験を行えば家庭の揚げ油の劣化過程のモデルが得られ、使用限界に対する数値を求めることが出来ると考えられる。そこで、前報¹⁾の揚げ油に関する基礎的な調査にあわせ、2ヶ月間各家庭に調査用紙をあずけ、実際に行なった揚げものの記録を依頼した。その調査結果から、家庭における揚げものの料理のパターン化を試み、最も大きいパターンからモデル実験を行い、作成した試料油について劣化度を測定した。以下、揚げ方や材料についての調査と、それらの結果から得られた揚げものの料理のパターン別試料油の劣化度測定とに分けて記述し、ついで、あわせて考察を行なった。

1. 揚げ方と揚げ材料の実態調査

調 査 方 法

前報¹⁾と同じグループに調査用紙を2ヶ月間あずけ、揚げものの料理をする度に揚げ材料や量、及び揚げ方などの記入を5回まで依頼した。依頼先は10グループに1254部配布し、回収数531部で回収率は42.3%であった。

集計はK.J法⁸⁾を参考にして行ない、揚げ方を次のようにきめた。A: てんぷら(小麦粉を水または卵水でとき衣にして揚げる)、B: フライ(材料に薄く小麦粉をつけ、卵水に通しパン粉をつけ揚げる)、C: から揚げ(小麦粉または、澱粉類を材料に直接つけて揚げる)、D: 素揚げ(材料の水気をふきとり、そのまま揚げる)、E: 揚げ菓子など。

今回は揚げ方の出現回数からパターンを得ることを目的としたので、5回の揚げ方の出現順序は、考慮外にした。

調 査 結 果

モデル実験をするために必要な揚げ方のパターンとそれらの揚げ材料について調査集計し、以下の結果を得た。

1. 揚げ方について

回収した調査紙のうち、揚げものの料理について5回の記入がないものや、1回の揚げものをする場合にも1種類の揚げ方しかしない人や2、3種類する人もあり、後者の場合、主になる揚げ方と副になる揚げ方とが判然としないものがあった。そこで5回記入されていたものは391部であったが、主たる揚げ方が明確なもの331部をとり出し集計に用いた。

a. 揚げ方の組合せ

各家庭の5回の揚げものの料理が何種類の揚げ方で行われたかをまとめた結果、3種類の揚げ方をしている家庭

* 大阪女子学園短大

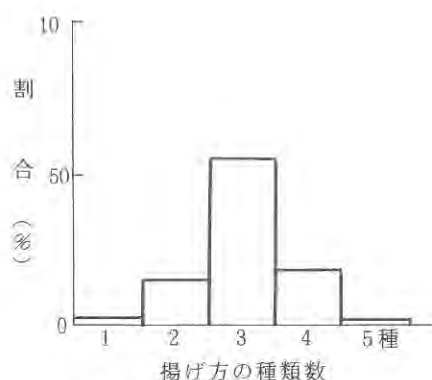


図1 5回の揚げもの料理中の揚げ方の種類数について

が過半数を占めていた(図1)。揚げ方の組合せではABC(てんぷら、フライ、から揚げ)の揚げ方が38%と最も多く(表1)、ABCDの組合せが16%とつき、5位までで累積パーセントは73%であり、10位までの揚げ方の組合せに90%の家庭が含まれていた。残りの約10%は図1からもわかるように、てんぷらとかフライとかの1種類しかない場合や、ABCDEと揚げ方全部をする家庭であった。

b. パターン内の揚げ方の種類別比率

前述の揚げ方の組合せパターンの3位までの各々について揚げ方の種類別比率を表2にしめた。揚げ方パターンの1位ではABCの割合が193:258:179であり、2位のABCDのパターンでは67:82:62:59であった。揚げ方の組合せをモデル実験にするために、揚げ方数を合計4にし、比率を整数比で表わすことを試みた。すなわち1位の揚げ方の組合せのABCを1:2:1とし、ABBCパターンとし、同様に2位の組合せであるABCDは1:1:1:1とみなしてパターンABCDとし、3位のABの48:67を1:1としてABABパターンとして以下のモデル実験に用いた。

c. 揚げ方の頻度

最も多く行われている揚げものとして出現回数から調べると、フライが37%をしめていた。次がてんぷらの27%、から揚げの23%であった(表3)。

2. 揚げ材料

揚げ種の種類を調べたところ、揚げ方によりそれぞれ特徴がみられた。

a. てんぷらの場合

てんぷらでは1回に3種類の揚げ種を用いている場合が最も多く46%であり、その中では魚介類、いも、野菜類の組合せが35%をしめた。ついで2種類の場合が32%であったが、そのうちわけは魚介類と野菜類の組合せが

表1 5回の揚げもの料理における揚げ方の組合せ

順位	揚げ方の組合せ	%	累積%
1	ABC	38.1	38.1
2	ABCD	16.3	54.4
3	AB	6.9	61.3
4	ABD	6.3	67.6
5	BC	5.4	73.0
6	BCD	4.8	77.8
7	ABCE	4.2	82.0
8	AC	3.6	85.6
9	ACD	2.1	87.7
10	BCE	1.8	89.5

A: てんぷら, B: フライ, C: からあげ, D: 素揚げ, E: 揚げ菓子など (n=331)

表2 揚げ方組合せのパターン

	1 位	2 位	3 位
揚げ方の組合せ	ABC	ABCD	AB
揚げ方の比率	193:258:179	67:82:62:59	48:67
揚げ方の整数比	1:2:1	1:1:1:1	1:1
パターン名称	ABBC	ABCD	ABAB

表3 揚げ方の頻度

揚げ方	出現数	%
A てんぷら	505	27
B フライ	694	37
C から揚げ	442	23
D 素揚げ	159	9
E 揚げ菓子	72	4
計	1872	100

最も多く23%を占めた。魚介類ではえびが41%と最もよく使われ、ついでいかの26%であった。いも類ではさつまいもが最もよく使われ84%をしめていた。野菜類ではなすとたまねぎがほぼ同数をしめていた。

b. フライの場合

フライの場合は、揚げ材料が1種類のことが最も多く63%であり、そのうち肉類が33%、魚類が17%、冷凍食品が10%であった。肉類では豚肉が64%を占めていた。

c. から揚げの場合

フライと同様に1種類の材料をあげている人が70%と最も多く、そのうち肉類が53%をしめ、肉類では鶏肉が91%であった。

d. 素揚げ

フライ、から揚げと同様に1種類の材料を揚げることが最も多く74%をしめたが、揚げ材料としてはいも類とそ

表4 揚げ材料(4人分)

揚げ方	揚げ材料	重量(g)
A てんぷら	しばえび	80
	さつまいも	140
	たまねぎ	160
	にんじん	60
	小麦粉	60
	衣 { 小麦粉 卵	50
	衣 { 小麦粉 卵	13
	衣 { 小麦粉 卵	75
B フライ	豚肉(背肉)	320
	小麦粉	12
	衣 { 小麦粉 卵	23
C からあげ	鶏肉(モモ肉)	400
	衣 { 小麦粉	28
D 素揚げ	じゃがいも	400

の他の冷凍食品や豆腐など多種類が使用されていた。

e 揚げ菓子など

ドーナツが過半数をしめ、その他は種々の材料が用いられ各家庭で異なった。

II. パターン別揚げ油の劣化について

前項の調査で得られたデータを基にモデル実験を行ない試料油を作成し、劣化度を測定した。

実験方法

1. 揚げ方と揚げ材料

前項の調査結果の1～3位の揚げ方のパターン、即ちABBC(てんぷら、フライ、フライ、から揚げ)、ABCD(てんぷら、フライ、から揚げ、素揚げ)、ABAB(てんぷら、フライ、てんぷら、フライ)の3種のパターンで揚げた。揚げ材料としては調査結果に基づいて各々の揚げ方別に食品と重量を決め、1回(4人分)の揚げ材料を表4に示した。即ち、てんぷらの場合は、しばえび、さつまいもなどに衣として小麦粉50g、全卵13g、水75gを用いた。同様にフライの場合は豚肉、から揚げでは鶏肉(もも肉)、素揚げには整形された冷凍じゃがいもを用いた。材料の調製は日常の揚げものの料理の方法に準じて行い、材料毎に大きさ、使用部分、重量や温度等も一定にして操作した。

2. 揚げ条件

直径25cm、深さ7cmのフライ鍋を用い、サラダ油(大豆油と菜種油の調合油)1.7kgを加熱し、所定の温度になったところで1回4人分のA(てんぷら)から揚げ始

表5 揚げ温度と時間(1回4人分)

揚げ方	温度(℃)	揚げ時間(分)
A てんぷら	180 ± 10	20
B フライ	160 ± 10	15
C からあげ	170 ± 10	15
D 素揚げ	180 ± 10	15

揚げ始めの温度は+10℃からはじめる

表6 延べ揚げ時間

パターン	延べ揚げ時間(時, 分)	1パターン平均(分)
1 ABBC	11.07	83
2 ABCD	11.21	85
3 ABAB	12.01	90

め、揚げ方及び材料が変わる毎に火を止め、20分放置後揚げかすをこし網(鉄製、25メッシュの金網)でとり、減油量を測定後、その量をさし油し、次回を開始した。1日に午前と午後に1パターン(揚げ回数4回)づつ計2パターン(計8回)揚げ、4日間で32回揚げた。ABBCのパターンについてはさし油なしで16回まで揚げた試料油も作製した(最終油量715g)。

各揚げものの温度と時間は表5に示した。自動温度調節器付ガスコンロを用い、揚げ温度と時間を記録させながら揚げものを行った。てんぷらは4人分揚げるのに180 ± 10℃で20分、フライは160 ± 10℃、から揚げ170 ± 10℃、素揚げ180 ± 10℃で各々15分揚げた。

パターン別の揚げ時間は、ABBCで平均83分で延べ揚げ時間11時間7分であった(表6)。同様に、ABCDパターンは85分かかり、延べ11時間21分であった。ABABパターンはやゝ揚げ時間が長い、これら温度と時間はいずれも家庭で揚げる日常的な数値に相当した。

3. 試料油の採取

4回揚げる毎に揚げかすをこし網でこした後、試料油として40gをとり、17℃で所定の不織布でこして試料とした。さし油として減油量を加えるが、4回毎に採油分ずつ減量された油量で揚げ操作は開始されたことになる。

4. 劣化度測定法

a. 色、透過率

測色色差計ND101型(日本電色工業KK製)を用い、UCS系L, La, Lbを測定し、△E値を求め油の色とした。

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta L_a)^2 + (\Delta L_b)^2}$$

透過率はL値を用いた。

b. 粘度

エミラー回転粘度計で20℃の粘度(C.P.)を求めた。

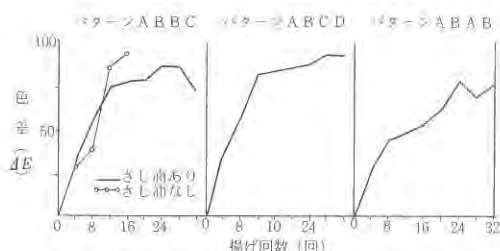


図 2-1 揚げ回数と色差

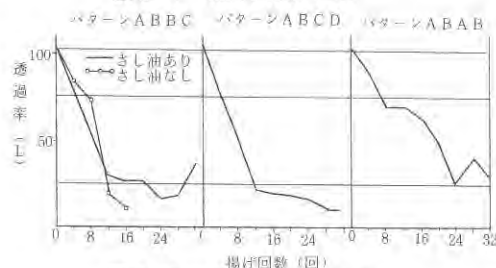


図 2-2 揚げ回数と透過率

c. 屈折率

Abbé 屈折計で n_D^{20} を求めた。

d. TLC-UV 法

浦上⁹⁾の方法に準じて行った。すなわち試料油 1 g を精秤し、5 ml のクロロホルムで溶解後、メルクシリカゲル 60 K 254-TLC プレートに 10 μ l スポットし展開（ヘキサン：エチルエーテル，93：7）後，120 分以内に 2 波長クロマトスキャナー（CS-900，島津）で 233，280 nm における吸収を測定し，1 g 当りの極性部吸収の積算値を求めた。

e. ヘキサン-UV 法⁹⁾

試料油 5 mg を精秤し，ヘキサンに溶解後 233，280 nm の吸収値を求めた。

f. 酸価，沃素価，過酸化物質

3 定量法とも基準油脂分析法¹⁰⁾に準じて行った。

実 験 結 果

1. 色，透過率

試料油の揚げ回数に対する色差，透過率の変動を図 2 にしめた。色差をパターン別に比べてみると A B A B パターンの色差の増加の程度がやや低く，即ち色の劣化が小さいが他の 2 種のパターンでは揚げ回数が 12 回までに色差の顕著な増加がみられた。さし油をしない場合，A B B C パターンでの揚げものの限界は 16 回であったが，色差はさし油をした場合よりも高かった。透過率は色差とはほぼ同様な傾向をしめし，A B A B パターンは最も透過率が高くきれいであった。

2. 粘 度

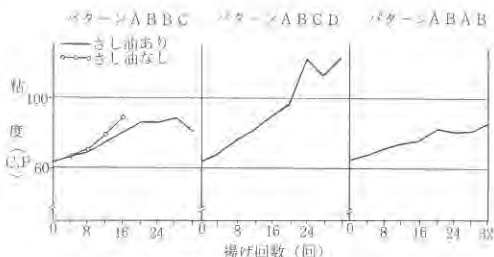


図 3 揚げ回数と粘度

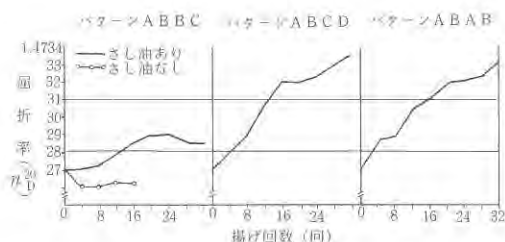


図 4 揚げ回数と屈折率

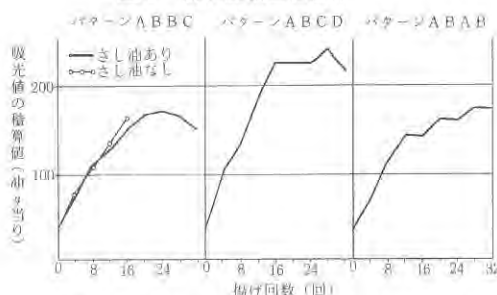


図 5 揚げ回数と TLC-UV (233nm) 値

揚げる前の油の粘度は 63 c. p. であったが，A B A B と A B B C パターンでは上昇が小さく，他方 A B C D パターンでは粘度の上昇がみられた。また，さし油の有無による差は明確でなかった（図 3）。

3. 屈折率

A B C D と A B A B パターンでは上昇がみられたのに対し，A B B C は上昇の程度が少なく，逆にさし油なしでは減少の傾向がみられた（図 4）。

4. TLC-UV 法

図 5 に結果をしめたが，揚げ回数が増すにつれて，233 nm 極性部は増加し，その増加は 16 回位までが顕著であり，特に A B C D パターンの増加が最も大であった。280 nm は 233 nm より上昇は少ないが，ほぼ同様のカーブを描いた。さし油の有無による差はみられなかった。

5. ヘキサン UV 法

TLC-UV 法とはほぼ同様の傾向であった（図 6）。

6. 酸 価

揚げ回数と共に酸価は増加し，揚げ回数 8 回位までは

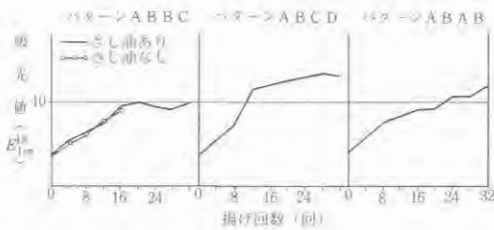


図6 揚げ回数とヘキサン-UV (233 nm) 値

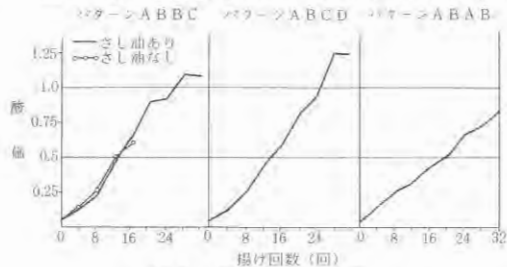


図7 揚げ回数と酸価

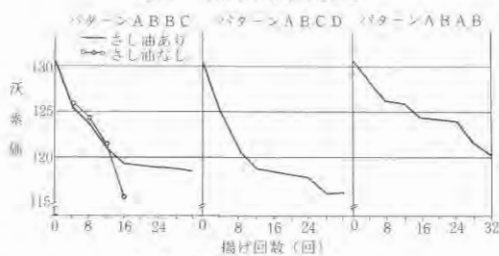


図8 揚げ回数と灰素価

3パターンに大差がみられなかった(図7)。8回以降ではABABパターンでは他に比べて低く、酸価が最大なのはABCDパターンであり、揚げ回数32回で約1.3であった。

7. 灰素価

ABABパターンの減少が最も少なく、ABCDパターンが一番多かったが、ABBCと大差はなかった(図8)。さし油の有無では12回までは差がなかったが、16回では顕著な減少がみられた。

8. 過酸価物価

図9に示すように、ABABパターンでは揚げ回数が増す毎に順次上昇したが、他のパターンでは12回目までは上昇がみられ、それ以降は値が不安定だったが、やや減少の傾向がみられた。さし油なしの場合は8回が最も高く、以降は下降線をしめた。

9. 減油量および累積さし油量

各パターンの毎回の減油量、すなわちさし油量および累積さし油量は図10のようであった。ABCDとABBCパターンでは大差がなく、ABABの減油量が多いため総さし油量も多く、32回で約2.6 kgとなり、他のパターンでは約1.7 kgであった。

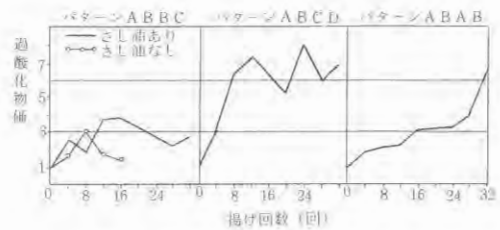


図9 揚げ回数と過酸化物価

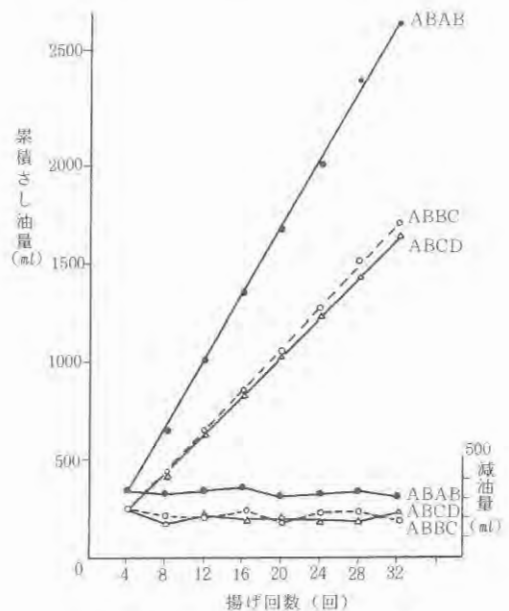


図10 減油量および累積さし油量

考 察

家庭で揚げものの料理を行う際に揚げ材料やその量を記録することは一般的には大変面倒なことであり、個々に面接して得られるデータではないので、今回の調査データについては出来る限り多面的に集計を行いたいと考えた。揚げものの料理は一般的によく好まれ、食卓にしばしば登場する。従って使われた油の保存や劣化の問題が生ずるわけである。家庭でされる揚げものの料理は千差万別にみえるが、いくつかのパターンに分類することが出来るのではないかと考え調査を行った。その結果、揚げものの料理の頻度は、てんぷら(A)、フライ(B)、から揚げ(C)、素揚げ(D)、揚げ菓子(E)が27:37:23:9:4の比率として得られた(表3)。この数値から大体推測出来るのだが、揚げ方の組合せ(表1)はABCが38%と最も多く、つぎはABCDの組合せの16%であり、今回の調査家庭の54%がこれらの組合せで揚げものの料理

を行なっていることが明らかとなった。他方、3位以下は%が低く、種々な組合せで揚げもの料理がされていることが示された。そこで3位までの組合せの揚げ方についてモデル実験を行った。しかしながらABCの組合せの中には揚げ方の比率の異なるAABBCやABBCなど種々の組合せがあり、また、ABC、BCA等の順序が油の劣化に如何に影響するかは今後の検討問題である。

次にABBC、ABCD、ABABのパターンをモデル実験にした結果、それらの試料油の劣化度の測定値はABCDパターンにおいて最も高く、ABBCとABABパターンは粘度、紫外部吸収値は同じ劣化の傾向をしめし、それらよりABABパターンは酸価、色、透過率ヨウ素価において低い場合とがみられた。

ABCDパターンで行ったさし油の有無の効果を検討したところ、顕著な差がなく、16回の最終揚げ回数で沃素価、粘度、色、透過率の増加がみられたが、紫外部吸収値や酸価などについては、さし油の有無の影響はみられなかった。

概括的にみると、揚げ回数12～16回位までは劣化の進行は速いが、あとはややゆるやかになる傾向がみられる。日常的には8回以上揚げる家庭はかなり少いので、8回の点におけるパターン別の劣化程度は大差はないと云えよう。

個々に測定法を検討すると、屈折率は従来は加熱油の劣化をよく表わす¹¹⁾と云われていたが、今回の試料油ではさし油なしの場合に減少傾向を示した。過酸化価値については、加熱時間の増加に従い生じた過酸化物の消失がみられると云われているが¹¹⁾、ABAB試料油以外のデータに変動がみられ、過酸化価値の不安定性が示唆された。

以上、試料油の劣化がパターンによって異なるが、その理由として揚げ方や用いた材料の違い、それに伴う加熱温度や時間の影響、ならびにさし油量の問題など多くの因子が考えられる。食品やその成分の加熱油に対する影響についての多くの報告^{12, 13)}から推測すると、ABABパターン試料油は劣化を促進すると云われる卵¹⁴⁾や水分^{15, 16)}が多いにもかかわらず劣化程度が低いのは、さし油量が多い(図10)ことによるとも思われる。VERNON¹⁷⁾は、揚げものを良い状態で行うための最重要因子として油脂の回転率を上げることが主張しているが、実際面のめやすには最もよいのかもしれない。

一方、素揚げ(D)を含むパターンは劣化度が高い傾向を示した。揚げ時間は他の揚げ方と変わらず、揚げ温度もてんぷらと同じ180℃であるので、衣の有無が食品

成分の溶出に大きい影響を与えたのではないかとと思われる。

要 約

家庭における揚げ油の劣化過程を明らかにするため、各家庭の揚げものの料理の揚げ方と揚げ材料と、それらの使用状態の調査を行い、その結果得られたデータを基に揚げ方の組合せパターンを検討し、上位3種のパターンについてモデル実験を行い、それらの32回までの揚げ油の劣化度を測定した。

1. 各家庭に調査用紙を配布し、揚げものの料理の5回分について揚げ方、揚げ材料などの記録を依頼した。1位はてんぷら、フライ、から揚げの組合せで揚げものの料理をする家庭で38%を占め、2位はてんぷら、フライ、から揚げ、素揚げの組合せで16%、3位はてんぷら、フライの組合せで7%を占め、組合せ順位5位までで73%の家庭が含まれた。
2. 揚げ材料では、てんぷらの場合は魚介類・いも類・野菜類の組合せの使用が最も多く、魚介類としてはえび、ついでいかであり、いも類はさつまいもが最も多く使われていた。フライでは豚肉、から揚げでは鶏肉、素揚げではじゃがいもが主であった。
3. 上記の3位までの揚げ方の組合せパターンについてそれぞれ調査で得た揚げ材料を組合せ、揚げ回数32回までのモデル実験を行い試料油を作成し、それらの劣化度を測定した。その結果、揚げ回数が増すに従い色、透過率、粘度、紫外部吸収、酸価、沃素価では劣化値の増加がみられた。パターン別に比較すると、てんぷら、フライのパターンは総合的にみて劣化が他のパターンより低い傾向を示し、から揚げの含まれているパターンでは劣化度が高い傾向がみられた。

煩雑な調査に御協力下さいました各グループの皆様には厚く御礼申し上げます。

本調査および実験には文部省科学研究費補助金を使用致しました。

文 献

- 1) 宮川久邇子, 武副礼子, 平井和子, 泉野信子, 橋本久美重: 本紀要, 32, 51(1984)
- 2) 太田静行, 薄木悦二: フライ食品の理論と実際, 幸書房, P124(1976)
- 3) 浦上智子: 調理科学, 7, 2(1974)
- 4) 島田淳子, 黒沢和子, 松元文子: 家政誌, 23, 470(1972)
- 5) 河村フジ子, 乙成富美子: 家政誌, 28, 329(1977)

- 6) 梶本五郎, 吉田弘美: 栄養と食糧, **23**, 255, 443 (1970)
- 7) 味の素広報室: 技術資料 No 21, (1975)
- 8) 川喜田二郎, 発想法, 中央公論新書 (1967)
- 9) 山口光子, 土井初恵, 浦上智子: 家政誌, **29**, 211 (1978)
- 10) 日本油化学協会: 基準油脂分析法: 日本油化学協会 (1972)
- 11) 湯木悦二: 油化学 **16**, 410 (1967)
- 12) 湯木悦二, 太田静行: 油化学, **26**, 8 (1977)
- 13) 石橋源次, 湯木悦二: 栄養と食糧, **31**, 501 (1978)
- 14) 岩田年雄, 西岡鑑, 太田静行: 調理科学, **4**, 53 (1971)
- 15) 湯木悦二, 大西隆三, 大田忠太: 油化学, **10**, 464 (1961)
- 16) 湯木悦二: 油化学, **17**, 341 (1968)
- 17) H. R. VERNON; Baker's Digest, **32**, 46 (1958)

(昭和59年11月6日受理)

Summary

To study the deterioration of deep-frying oil in household kitchens, housekeepers were surveyed by questionnaire as to the foods used and the frequency of each deep-frying process, and then deep-frying oil was assessed according to three model patterns found from the survey. Answers to the question of what type of frying would usually be used when deep-frying was to be done for five times, could be classified into three main patterns: 38%, Tempura, Furai and Kara-age (pattern A); 16%, Tempura, Furai, Kara-age and Su-age (pattern B); and 7%, Tempura and Furai, (pattern C). The main foods used for deep-frying were shrimps, onions and sweet potatoes for Tempura, pork under similar cutlets for Furai, chicken for Kara-age and potatoes for Su-age. To test oil deterioration conditions, 1.7kg of commercial oil (soybean and rapeseed oil mixture) in a deep fryer was used 32 times according to these three model patterns with fresh oil being added.

Physical and chemical data from the samples taken during the frying runs correctly ranked the samples according to the length of frying time, clearly showing deterioration with longer use.

For the first 12 times no differences in the deterioration were found among the three patterns but for the 12th to 32nd times, deterioration was highest for pattern B.